

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-000105

(43)Date of publication of application : 06.01.1987

(51)Int.Cl.

H01Q 3/26

(21)Application number : 60-139845

(71)Applicant : TOYO COMMUN EQUIP CO LTD

(22)Date of filing : 26.06.1985

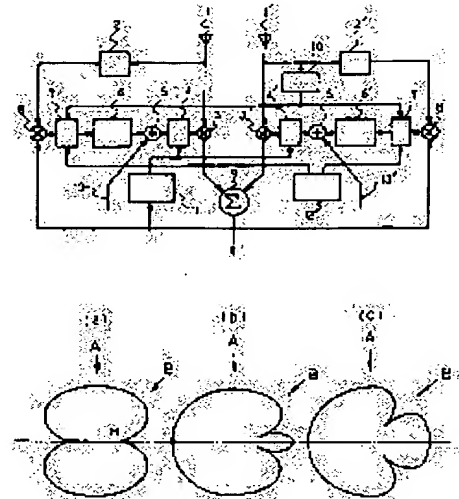
(72)Inventor : OOSHIMA TOMOYUKI

(54) CONTROL METHOD FOR DIRECTIVITY PATTERN OF ADAPTIVE ANTENNA

(57)Abstract:

PURPOSE: To suppress a reception signal level of a disturbing radio wave by fixing a minimum point of an antenna pattern in a disturbing radio wave incoming direction even when a disturbing radio wave having the same strength as a radio wave to be received from other direction in addition to the radio wave to be received.

CONSTITUTION: Weighting value fixing circuits 4, 4', changeover circuits 7, 7', an arrival detector 10, a minimum detection circuit 11 and a minimum point forming circuit 12 are provided newly. A minimum point M near a wave B is moved in a speed decided by a time constant of a low-pass filter. When the movement is stopped while the minimum point is directed in the incoming direction of the wave B, the minimum point is kept directed in the incoming direction of the wave B and the antenna reception level of the wave B is suppressed. This is operated by using the minimum detection circuit 11 and the weight value fixing circuits 4, 4'. In observing an output level of a synthesis adder 9 at a narrow range when the minimum point approaches the minimum point and passes by the point in the incoming direction of the wave B, when the minimum point approaches the wave B, the output level is lowered, and the level is minimized at the coincidence and when the output level is progressed further, the output level starts increasing.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑭ 特許出願公開

⑮ 公開特許公報(A)

昭62-105

⑯ Int. Cl.⁴

H 01 Q 3/26

識別記号

庁内整理番号

7004-5J

⑰ 公開 昭和62年(1987)1月6日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑱ 発明の名称 アダプティブアンテナの指向性パターン制御方法

⑲ 特 願 昭60-139845

⑳ 出 願 昭60(1985)6月26日

㉑ 発 明 者 大 島 等 志 神奈川県高座郡寒川町小谷753番地 東洋通信機株式会社
内

㉒ 出 願 人 東洋通信機株式会社 神奈川県高座郡寒川町小谷753番地

㉓ 代 理 人 弁理士 八幡 義博

明 細 書

1. 発明の名称

アダプティブアンテナの指向性パターン制御方法

2. 特許請求の範囲

n (≧2) 個のアンテナ素子を所定の間隔を置いて配列し、ステアリング信号のみによる待ち受け指向性パターンが無指向性であるパワーインバージョンアダプティブアレイアンテナにおいて、電波の到来を検出する到来検出器と、各アンテナ素子から重み付け回路を経由して合成された受信合成信号のレベルが極小になった時に所定の信号を出力する極小検出回路と、所定の伝達関数を有する帰還回路を経由させてステアリング信号と加算した場合に指向性パターンの任意の方向に極小点を形成し得る重み付け信号を出力する極小点形成回路と、前記帰還回路への入力信号を切り替える切替回路と、前記極小点検出回路からの信号により重み付け回路へ加える重み付け値を前記信号到来時の値に固定する重み付け値固定回路とを設け、電波未到来時には前記極小点形成回路の出力

信号を前記帰還回路へ加え、電波到来時には前記帰還回路への入力信号を各アンテナ素子からの信号の複素共役信号と前記合成信号との積からなる帰還信号に切り替え、時間の経過につれ前記合成信号のレベルが極小になった時に重み付け値をその時点の値に固定することを特徴とするアダプティブアンテナの指向性パターン制御方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は妨害波と所望信号波が同程度の強度で存在する電波環境において、妨害波到来方向における空中線利得を極小にしてこれを維持し、妨害波受信強度を抑圧することにより所望信号受信レベル対妨害波受信レベルの比 (Signal to Noise Ratio: S/N) をできるだけ大にして受信することのできるパワーインバージョンアダプティブアレイアンテナに関するものである。

(従来の技術)

従来、妨害波の存在する電波環境において妨害波の受信レベルを抑圧して受信信号の S/N を高

める空中線方式としてパワーインバージョンアダプティブアレイアンテナ (Power Inversion Adaptive Array Antenna: 以下PIアダプティブアレイアンテナという) がある。このアンテナは、複数の無指向性アンテナ素子で受信されたそれぞれの受信信号の振幅と位相を制御することによりアレイアンテナの合成受信パターンが種々の形に制御できることに着眼して、到来方向と強度が異なる2つの電波が到来した時にアレイアンテナの合成受信パターンの極小点を強度の大なる到来電波の到来方向に向け、強度の小なる到来電波の到来方向に対しては前記極小点の空中線利得よりも大なる利得を有する部分が向くように制御することにより、強い電波のアンテナ受信レベルを低くし、弱い電波のアンテナ受信レベルを高くするようにしたもので、強い妨害電波の存在する電波環境において受信信号のS/N改善に威力を発揮するものである。

第4図はアンテナ素子が2個の場合の従来のPIアダプティブアレイアンテナの構成例を示すブ

図3'に加える。

このような構成を有するPIアダプティブアレイアンテナは以下のような動作をする。今、到来電波が全く存在しない場合、即ち電波の到来を待ち受けている状態では、各アンテナ素子の受信信号はなく、従ってまた合成加算器9の出力信号もないので低域通過ろ波器6および同6'の出力信号もない。このため重み付け回路3および同3'に加えられる信号は加算器5および同5'を経由して加えられているステアリング信号13および同13'のみとなる。このステアリング信号はアレイアンテナの待ち受け受信パターンが無指向性になるように、一方が"1"、他方が"0"となるように定められている。

今、仮にステアリング信号13を"0"としステアリング信号13'を"1"とすると重み付け回路3に加えられる重み付け信号は"0"となり重み付け回路3'に加えられる重み付け信号は"1"となる。重み付け回路3および同3'は乗算器であるので、アンテナ素子1および同1'と合

ロック図である。1、1'は所定の間隔を置いて配列されている無指向性のアンテナ素子、3、3'はアンテナ素子1および同1'で受信された受信信号の振幅と位相の両者を制御するための重み付け回路であり乗算器で構成されている。

9は重み付け回路3および同3'からの出力信号を合成する合成加算器、2、2'はアンテナ素子1および同1'で受信された信号の複素共役の信号を取り出す複素共役回路、8、8'は複素共役回路2および同2'からの出力信号と合成加算器9の合成出力信号をそれぞれ乗算する乗算回路、6、6'は低域通過ろ波器、5、5'は加算器、13、13'はステアリング信号である。

そして、複素共役回路2および同2'、乗算回路8および同8'、低域通過ろ波器6および同6'、加算器5および同5'は帰還回路を形成している。この帰還回路は各アンテナ素子の入力信号と、合成加算器9の出力信号を受けて各アンテナ素子の受信信号の振幅および位相を制御するための重み付け信号を発生し重み付け回路3および

合成加算器9との等価的な接続関係は第5図(a)のようになる。即ち、待ち受け状態ではアンテナ素子1'のみで待ち受けているようになり、第5図(b)の無指向性パターン15即ち全方位に対する待ち受け状態となっている。

次に、このような待ち受け状態にあるところへ電波が到来すると第5図(a)のスイッチ14が閉じたと同様になり第4図のPIアダプティブアレイアンテナは重み付け信号を発生する帰還回路が作動し始め受信パターン上に極小点を形成し始める。今、電波が第5図(b)の矢印で示すような2つの方向から到来し、矢印Bで示される方向からの電波(以下B波という)の強さが矢印Aで示される方向から到来する電波(以下A波という)の強さよりも強いと、合成加算器9の出力点でみたアレイアンテナの受信合成パターンは、無指向性のパターンから時間の経過と共に第6図(a)に示すようにB波の到来方向と、アンテナ素子の配列軸を対称軸とする対称方向に極小点がでるような受信パターンになる。

逆にA波の方が強い場合には第6図(b)に示すようにA波の到来方向とアンテナ素子の配列軸を対称軸とする対称方向に極小点ができるような受信パターンになる。このように、従来のPIアダプティブアレイアンテナは複数の電波が到来した場合には強い電波の到来方向に極小点を有する受信パターンになるように帰還制御されている。

従って受信したい電波(以下D波という)と異なる方向からD波よりも強い妨害電波(以下U波という)が到来してもU波の受信レベルが抑圧されD波の受信レベルが強調される結果S/Nが改善されるという優れた機能を有している。

これに対して、U波よりもD波の方が強い場合には、上に述べたPIアダプティブアレイアンテナの動作原理上、D波の受信レベルが抑圧され、U波の受信レベルが強調されかえってS/Nを劣化させてしまう方向に動作する。従って、このような場合にはPI動作を停止させるとか、バイパス経路を設けてこれに切り替えるなどの対策が講じられている。

の間隔を置いて配列し、ステアリング信号のみによる待ち受け指向性パターンが無指向性であるパワーインバージョンアダプティブアレイアンテナにおいて、電波の到来を検出する到来検出器と、各アンテナ素子から重み付け回路を経由して合成された受信合成信号のレベルが極小になった時に所定の信号を出力する極小検出回路と、所定の伝達関数を有する帰還回路を経由させてステアリング信号を加算した場合に指向性パターンの任意の方向に極小点を形成し得る重み付け信号を出力する極小点形成回路と、前記帰還回路への入力信号を切り替える切替回路と、前記極小点検出回路からの信号により重み付け回路へ加える重み付け値を前記信号到来時の値に固定する重み付け値固定回路とを設け、電波未到来時には前記極小点形成回路の出力信号を前記帰還回路へ加え、電波到来時には前記帰還回路への入力信号を各アンテナ素子からの信号の複素共役信号と前記合成信号との積からなる帰還信号に切り替え、時間の経過につれ前記合成信号のレベルが極小になった時に重み

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、従来のPIアダプティブアレイアンテナは異なった方向から到来する電波の強さが同じである場合にはその動作原理上、アンテナパターンにおける極小点が両波の到来方向の中間方向に形成され且つ極小点を中心として両側がほぼ対称なパターンであるためD波の受信信号レベルもU波の受信信号レベルもほぼ同程度となりPIアンテナとしての機能を果たせず従って受信信号のS/Nの改善が全く得られないという問題がある。

本発明の目的は、上記の問題を解決し、D波とU波の強度がほぼ同程度であっても、U波の到来方向に極小点を有する受信パターンを形成できるアダプティブアンテナの指向性パターン制御方法を提供しようとするものである。

(問題点を解決するための手段)

本発明のアダプティブアンテナの指向性パターン制御方法は上記の目的を達成するために次の構成を有する。n(≥ 2)個のアンテナ素子を所定

付け値をその時点の値に固定するアダプティブアンテナの指向性パターン制御方法である。

(作用)

以下、本発明方法の作用を説明する。

本発明方法の基本原理は、電波の到来していない待ち受け状態の時に受信アンテナパターン上の選択された特定の方向に予め極小点を強制的に形成しておき、2方向から強さの等しい電波が到来した時に、その状態を開始点として帰還回路を動作させ、極小点の向きが帰還回路の時定数によって定まる速さで徐々に2つの到来電波の方向の中間方向へ移動して行くことを利用して、極小点が丁度抑圧したい到来電波の方向を向いた時に重み付け値をその時点で固定することにより極小点を抑圧したい電波の到来方向に向けようとするものである。そして、2つの到来電波の方向のどちら側の方向に、待ち受け状態時の極小点を設定するかを選択することにより、いずれの到来電波を抑圧するかを任意に選択できる。

待ち受け状態の受信アンテナパターンの任意の

方向に極小点を形成することは容易に実現し得る。例えば、2つのアンテナ素子が存在する場合に電波の到来方向によって定まる到達距離の差に起因して生ずる受信信号の位相差と受信後に付与される位相差の合計が 180° の奇数倍になるようにして合成すると合成出力は零となるのでその方向に極小点が形成されていることになる。

従って、2つのアンテナ素子の受信信号の位相差を制御することにより任意の方向に極小点を形成することができる。

簡単な例として、2つの無指向性アンテナ素子を2分の1波長の間隔で配列し、受信信号間の位相差制御を付与位相差が 0° 、即ち $1:1$ になるようにして合成すると、配列軸と直角の方向からの電波の受信信号は同相で受信され合成されるので極大となり、配列軸と同じ方向からの電波の受信信号は 180° の位相差を持って受信されているのでこれを合成すると零となり、その方向に極小点を有することになる。これを図示すると第2図(a)のようになる。図中X印はアンテナ素子

形成することができる。

今、説明の便宜上、第5図(b)のX方向に極小点を形成して、待ち受けていた場合を考える。この状態でA波とB波が同じ強さで到来すると、到来検出器が電波の到来を検出し、その検出信号に基づいて切替回路を動作させ帰還回路への入力信号を各アンテナ素子からの複素共役信号と受信合成信号との積である帰還信号に切り替える。

この動作によりPIアダプティブアレイアンテナとしての帰還動作が開始し、X方向に形成されていた極小点はA波とB波の中間の方向に向けて、帰還回路の時定数によって定まる速さで移動を開始する。従って極小点はB波の方向を通過することになる。この時の受信合成信号の出力レベルは、B波の方向の近傍においては極小点がB波の方向に接近しつつある時は減少して行き、B波の方向に一致した時に極小となり、更に移動して遠ざかるにつれて増加し始める。

この、受信合成信号の出力レベルが極小となった時点を極小検出回路によって検出し、その検出

を示す。これに対して、受信信号間の位相差制御を付与位相差が 180° 、即ち $1:-1$ になるようにして合成すると、合成信号は配列軸と同じ方向からの電波に対して極大となり、配列軸と直角の方向からの電波に対して極小となる。

これを図示すると第2図(b)のようになる。一般にアンテナ素子が N 個であっても、電波到来角度によって生ずる電波到達距離差による位相差に対して各アンテナで受信された後の信号に対する位相遅延と振幅を制御することにより当該方向から到来する電波の各アンテナ素子の出力を合成した合成出力が零になるようにすることができる。即ちこのことは任意の方向に極小点を設定することができることを意味している。

本発明方法においては、電波未到来時には、極小点形成回路の出力信号が帰還回路へ加えられ帰還回路の出力信号とステアリング信号が加算されて重み付け信号となり重み付け回路に加えられる。そして、極小点形成回路の出力を制御することにより指向性パターン上の任意の方向に極小点を

信号によって重み付け値固定回路を動作させて、重み付け値をその時点の重み付け値に固定させる。従って、アンテナの指向性パターンの極小点はB波の方向で停止することになり、B波の受信レベルを抑圧することになる。もしA波がD波で、B波がU波である場合にはU波が抑圧される結果、受信信号の S/N は改善されることになる。

これに対して、A波がU波で、B波がD波である場合には、待ち受け状態の極小点を第5図(b)のY方向に形成して置くことにより、極小点の移動はA波の方向を通過するので先に述べたと同様の動作によりA波を抑圧することができる。

このように本発明方法によればD波とU波が同じ強さで到来しても、従来のPIアダプティブアレイアンテナとは異なり、U波の受信レベルを抑圧することができる。

(実施例)

以下、本発明方法の実施例を図面に基づいて説明する。第1図は、アンテナ素子が2個($N=2$)の場合に、本発明方法を実施するための手段の

構成例を示すブロック図である。

本構成は、第4図の従来のPIアダプティブアレイアンテナの構成に対して、新たに、重み付け値固定回路4および4'、切替回路7および同7'、到来検出器10、極小検出回路11および極小点形成回路12が設けられている点に特徴がある。ステアリング信号は第4図におけると同様に13が0、13'が1になっているものとする。

極小点形成回路12の出力信号は、切替回路7および同7'に加えられる。また、切替回路7には乗算回路8からの帰還信号が加えられており、切替回路7'には乗算回路8'からの帰還信号が加えられている。一方切替回路7および同7'には到来検出器10の出力信号線が接続されており、電波が到来した時に到来を示す検出信号が切替回路7および同7'に加えられる。

切替回路7は到来検出器10からの検出信号がない場合には極小点形成回路12からの信号と帰還回路としての低域通過ろ波器6へ、同じく切替回路7'は極小点形成回路12からの信号を帰還

回路としての低域ろ波器6'へ導く。

本実施例においては、帰還回路はアナログ回路の低域通過ろ波器を用いているが、これに限られるものではなく、等価的に所定の伝達関数を有するデジタル回路で構成したものであってもよい。極小点形成回路12の出力信号は、低域通過ろ波器6を経て、加算器5でステアリング信号13と加算され、重み付け値固定回路4を経由して重み付け回路3へ加えられる。同じく低域通過ろ波器6'を経由した信号は加算器5'でステアリング信号13'と加算され重み付け値固定回路4'を経由して重み付け回路3'へ加えられる。

そして、極小点形成回路12の出力信号は、重み付け回路3および同3'での重み付け値が、電波未到来の待ち受けアンテナ指向性パターン上の選択した方向に極小点が形成されるような値になっている。

今、説明のための例として、重み付け回路3および同3'における重み付け値がそれぞれ1になるように設定されているものとする。

従って、電波が到来していない待ち受け状態の時のアンテナ指向性パターンは第3図(a)のようになっている。次に、このような待ち受け状態のところへ第3図(a)に示すように、強度のほぼ等しいA波とB波が到来すると、まず到来検出器10が電波の到来を検出し、検出信号を切替回路7および同7'へ送る。検出信号を受けた切替回路7は乗算器8からの信号を低域通過ろ波器6へ送るように切り替わり、同じく切替回路7'は乗算器8'からの信号を低域通過ろ波器6'へ送るように切り替わる。この切り替わりによって帰還回路が形成されるので、PIアダプティブアレイアンテナとしての動作が開始され、待ち受け状態のとき強制的に形成されていたアンテナ指向性パターンの極小点のうち到来電波の方向に近い方の極小点が該到来電波の方向に移行し始める。

この移行は、重み付け回路3および同3'に加えられている重み付け値が変化することによるものであるが、この重み付け値は時間tの指数関数で表わされ時間の経過につれて変化しつつ定常値

に落ち着く形となっている。即ち連続的な変化をしながら定常値に近づき落ち着くこととなる。

従来のPIアダプティブアレイアンテナにおいては、異なった方向から同程度の強度の電波が到来した時にはアンテナパターンの極小点が時間の経過につれてこれら二つの方向の中間方向に形成され落ち着く。この時の重み付け値が定常値ということになる。従って、今、電波の待ち受け状態において上記二つの方向の両以外の方に強制的に極小点を形成しておき上記の電波が到来した時に強制的な極小点形成信号の印加を解除して本来のPIアダプティブアレイアンテナの動作を開始させると重み付け値は定常値に向って時間に対し指数関数的な連続的な変化を開始する。

このことは、極小点が強制的に設定された方向から、二つの到来電波の方向の中間の方向に向けて連続的に移行することを意味する。第3図の例でいうならば、同図(a)のB波に近い極小点Mが同図(b)、同図(c)のように、低域通過ろ波器の時定数によって定まる速度によって移行す

る。そして極小点がB波の到来方向に向いた時に移行を停止させると極小点がB波の到来方向を向いたままとなりB波のアンテナ受信レベルを抑圧することができることになる。このような動作を行わせているのが極小検出回路11と重み付け値固定回路4および同4'である。今、極小点がB波の到来方向に近づき通過する場合の狭い範囲での合成加算器9の出力レベルを観ると、極小点がB波の方向に近づきつつある時は出力レベルが低下していき、一致した時が極小となり、更に進むとまた出力レベルが上昇し始める。

従って出力レベルが減少から増加へ転じる点を捉えて停止させるとよいことになる。極小検出回路11はこの極小点を検出し停止信号を出力する回路である。この検出は、合成加算器9の出力レベルの2次微係数の極性の反転を捉えるなどして容易に実現できる。極小検出回路11からの停止信号は重み付け値固定回路4および同4'へ送られる。重み付け値固定回路4および同4'は停止信号が加えられない間は加算器5および同5'か

らの重み付け値を重み付け回路3および同3'に加えているが、停止信号が送られて来ると以後その時点の重み付け値に固定した重み付け値を重み付け回路3および同3'へ送る。このような動作はラッチ回路への入力を停止信号によって断にすることにより容易に実現できる。

以上のような動作によりアンテナパターンの極小点をB波の到来方向に固定することができB波のアンテナ受信レベルを抑圧することができる。従ってB波が妨害波(U波)であるような場合はその受信レベルが抑圧され受信信号のS/Nが改善される。

逆にB波がD波でA波がU波である場合にはD波の受信レベルが抑圧されてS/Nが劣化し支障を来たすので、このような場合には、極小点形成回路12の出力信号を調整することにより待ち受け状態における極小点の設定方向をA波の到来方向とB波の到来方向の成す角の外側でA波の到来方向に近い方向に変えることによりA波の受信レベルを抑圧してS/Nの改善を図ることができる。

。アレイアンテナ素子が多数の場合は極小点数およびその方向設定の自由度が増加しその自由度に応じて多数の妨害波抑圧をはかることができる。尚このときの動作原理は以上詳述した2素子アレイの場合と同様である。

(発明の効果)

本発明のアダプティブアンテナの指向性パターン制御方法は以上の構成と作用を有するので、受信すべき電波の他に他の方向から受信すべき電波と同じ強さの妨害電波が到来してもアンテナパターンの極小点を妨害電波到来方向に向けて固定することができるので、従来のPIアダプティブアレイアンテナとは異なり、妨害電波の受信信号レベルを抑圧することができ受信信号のS/N改善に威力を発揮するという利点がある。

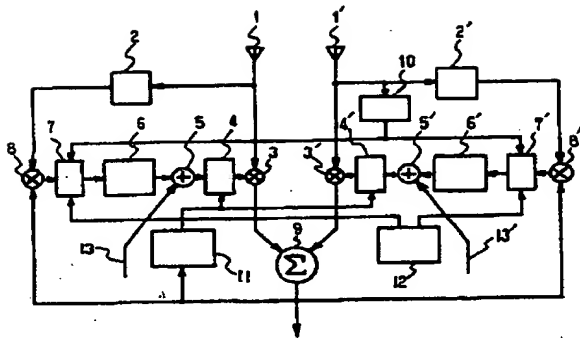
4. 図面の簡単な説明

第1図は、アンテナ素子が2個の場合の本発明方法を実施するための手段の構成例を示すブロック図、第2図は無指向性アンテナ素子が2個の場合の合成アンテナパターンを示す図、第3図は本

発明方法を適用した2素子PIアダプティブアレイアンテナにおける電波到来時のアンテナパターンの変化を示す図、第4図は従来のPIアダプティブアレイアンテナの構成を示すブロック図、第5図は従来のPIアダプティブアレイアンテナの待ち受け状態を示す図、第6図は従来のPIアダプティブアレイアンテナの極小点の形成を示す図である。

- 1, 1' ……無指向性アンテナ素子、
- 2, 2' ……複素共役回路、 3, 3' ……重み付け回路、 4, 4' ……重み付け値固定回路、
- 5, 5' ……加算器、 6, 6' ……低域通過ろ波器、 7, 7' ……切替回路、 8, 8' ……乗算回路、 9 ……合成加算器、 10 ……到来検出器、 11 ……極小検出回路、 12 ……極小点形成回路、 13, 13' ……ステアリング信号、 14 ……スイッチ、 15 ……無指向性パターン。

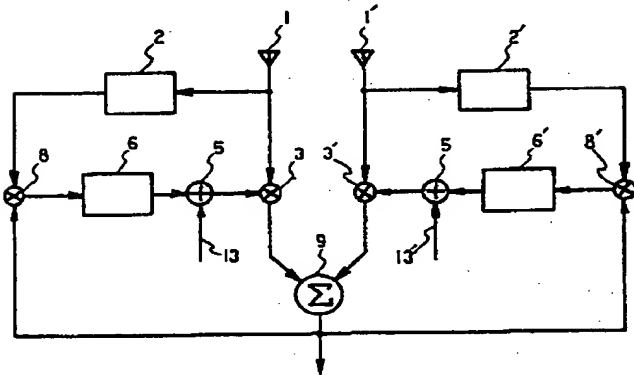
代理人 弁理士 八 幡 義 博



- 1, 1' --- 無指向性アンテナ素子
- 2, 2' --- 複素共役回路
- 3, 3' --- 重み付け回路
- 4, 4' --- 重み付け値固定回路
- 5, 5' --- 加算器
- 6, 6' --- 低域通過ろ波器
- 7, 7' --- 切替回路
- 8, 8' --- 変算回路
- 9 --- 合成加算器
- 10 --- 利得校正器
- 11 --- 極小検出回路
- 12 --- 極小点形成回路
- 13, 13' --- ステアリング信号

本発明のPIアダプティブアレイアンテナの構成を示すブロック図

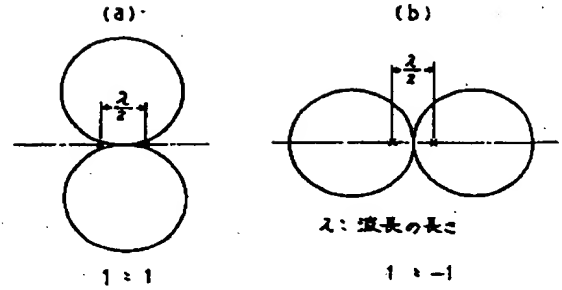
第 1 図



- 1, 1' --- 無指向性アンテナ素子
- 2, 2' --- 複素共役回路
- 3, 3' --- 重み付け回路
- 5, 5' --- 加算器
- 6, 6' --- 低域通過ろ波器
- 8, 8' --- 変算回路
- 9 --- 合成加算器
- 13, 13' --- ステアリング信号

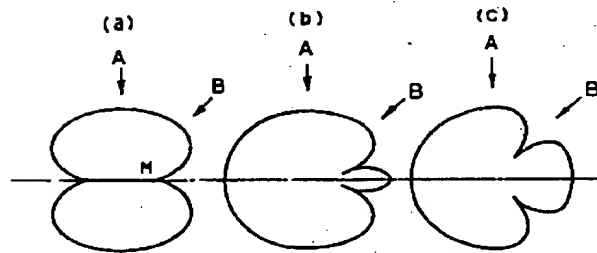
従来のPIアダプティブアレイアンテナの構成を示すブロック図

第 4 図



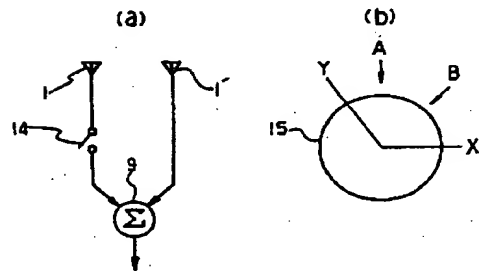
無指向性アンテナ素子 2 個の場合の合成アンテナパターンを示す図

第 2 図



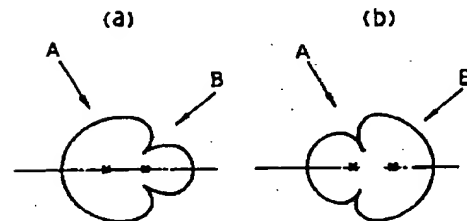
本発明のPIアダプティブアレイアンテナにおける電波到来時のアンテナパターンの変化図

第 3 図



従来のPIアダプティブアレイアンテナの特性図

第 5 図



従来のPIアダプティブアレイアンテナの極小点の形成を示す図

第 6 図

THIS PAGE BLANK (USPTO)